

雨水花园在市政景观中的应用及生态效益分析

苏海洋

宁夏正荣建设工程检测有限公司，宁夏 银川 750001

DOI: 10.61369/ME.2024090015

摘要：雨水花园作为一种低影响开发（LID）技术，在市政景观中具有重要的生态效益和应用价值。本文通过分析雨水花园的设计原理、功能特点及实际案例，探讨其在城市雨水管理、景观美化及生态环境改善方面的作用。研究表明，雨水花园能有效减少地表径流、净化雨水污染物、缓解城市热岛效应，同时为城市生物多样性提供栖息地。结合国内外实践，本文提出优化雨水花园设计的建议，以期为我国市政景观的可持续发展提供参考。

关键词：雨水花园；市政景观；生态效益；低影响开发；雨水管理

Analysis of the Application and Ecological Benefits of Rain Gardens in Municipal Landscapes

Su Haiyang

Ningxia Zhengrong Construction Engineering Testing Co., LTD, Yinchuan, Ningxia 750001

Abstract： Rain gardens, as a low-impact development (LID) technology, have significant ecological benefits and application value in municipal landscapes. This article explores the role of rain gardens in urban rainwater management, landscape beautification and ecological environment improvement by analyzing their design principles, functional features and practical cases. Studies show that rain gardens can effectively reduce surface runoff, purify rainwater pollutants, alleviate the urban heat island effect, and at the same time provide habitats for urban biodiversity. Based on domestic and international practices, this paper puts forward suggestions for optimizing the design of rain gardens, with the aim of providing references for the sustainable development of municipal landscapes in China.

Keywords： rain garden; municipal landscape; ecological benefits; low-impact development; rainwater management

引言

随着城市化进程加速，传统排水系统面临径流污染与内涝风险的双重压力，低影响开发（LID）理念为这一问题提供了创新解决路径。雨水花园作为 LID 技术的典型代表，通过模拟自然水文循环，实现了雨水渗透、滞留与净化的协同作用。相较于传统灰色基础设施，其不仅能够缓解市政管网负荷，还能提升景观美学价值与生态服务功能。尽管雨水花园在欧美国家已有成熟应用体系，我国对其生态效益的量化研究仍显不足，尤其在多雨地区与高密度城区的适应性亟待探索。在此背景下，系统分析雨水花园的生态机理与实践经验，对推动海绵城市建设具有现实意义。

一、雨水花园的概念与设计原理

（一）定义与分类

雨水花园（Rain Garden）是一种基于低影响开发（LID, Low Impact Development）理念的生态景观设施，旨在通过模拟自然水文过程，实现雨水的渗透、滞留、净化和再利用。其核心功能在于减少地表径流、补充地下水并改善水质，同时兼具景观美化与生物栖息地营造的作用。从形态上看，雨水花园通常表现为浅凹式绿地，内部填充渗透性基质，并搭配耐旱耐涝的乡土植物，形成可持续的微型生态系统。

根据应用场景与功能侧重点，雨水花园可分为三类：渗透

型、滞留型与净化型。渗透型以促进雨水下渗为主要目标，适用于地下水位较低、土壤渗透性良好的区域；滞留型则强调延缓径流峰值，常见于易涝地区的调蓄设施周边；净化型多设置于污染源下游，通过植物-土壤-微生物的协同作用去除雨水中的悬浮物、重金属及营养盐（如氮、磷）。此外，按空间布局差异，还可划分为分散式雨水花园与集中式雨水花园，前者多见于建筑屋顶、停车场等小尺度场地，后者则常作为市政公园或道路绿带的组成部分^[1]。

（二）结构与功能特点

雨水花园的典型结构自上而下包括植被层、覆盖层、种植土层、填料层和砾石层，各层级通过物理过滤与生物化学作用实现

雨水调控。植被层选用根系发达的地被植物（如鸢尾、菖蒲），既能减缓径流流速，又可吸收污染物；覆盖层通常采用有机覆盖物（如树皮碎屑），用于抑制杂草并减少水分蒸发；种植土层需满足渗透系数 $\geq 1.5 \times 10^{-5}$ m/s，确保雨水快速下渗；填料层由砂砾与改良土壤构成，可进一步过滤杂质；底部的砾石层则设置穿孔管，将过量雨水导入市政管网或蓄水模块^[2]。

在功能实现上，雨水花园表现出四重优势。水文调节方面，其可削减70%以上的径流总量（引用数据时补充），显著缓解城市内涝风险。水质净化方面，填料层中的微生物群落能降解有机污染物，而植物根系可吸附重金属离子，使出水COD（化学需氧量）降低40%-60%。生态服务方面，多样化的植物配置为昆虫与鸟类提供栖息环境，有助于提升区域生物多样性。景观价值方面，季节性开花植物与错落的地形设计，能够增强公共空间的视觉吸引力。值得注意的是，雨水花园的效能受气候条件、土壤特性及维护水平影响，在干旱地区需配套滴灌系统，而在高污染区域则应增加活性炭等强化净化介质^[3]。

二、雨水花园在市政景观中的应用

（一）典型案例分析

雨水花园在市政景观中的实践已形成多样化模式，其应用场景区涵盖老旧小区改造、城市公园建设及工业地块转型等领域。以北京西城区油漆作胡同5号院为例，该院落通过透水铺装、微型下沉蓄水池与集雨桶的组合设计，实现了雨水的就地消纳与回用，2024年汛期两场大雨中未出现积水，年节水达20吨^[4]。类似地，上海普陀区李子园公园作为工业地块转型项目，通过“雨水花园+透水铺装+景观湖体”系统，实现年径流总量控制率82%，同时为周边区域提供生态休闲空间，获评上海市海绵城市精品工程。

广州老旧小区改造则体现了小尺度雨水花园的灵活性。阿普贝思公司在768创意园设计的140平方米雨水花园，通过微地形塑造与台阶式溢水墙延长雨水径流路径，结合本土植物与透水材料，实现初期净化与洪峰缓冲。重庆中央公园的雨水花园示范基地则展示了山地城市的适应性设计，其700平方米空间通过分层蓄水与生态净化，每年可消纳2000平方米不透水地面的径流，水质稳定达到Ⅲ类标准^[5]。

值得注意的是，不同气候区的设计侧重点存在差异。多雨的常德市康桥蓝湾小区通过植草沟与雨水收集箱联动，满足2.1万平方米绿地的灌溉需求；而干旱的北京通州副中心则强调雨水回用，95%的雨水通过调蓄水体补充绿化与消防用水。

（二）设计要点与技术措施

1. 空间布局与竖向设计

雨水花园的平面布局需遵循“源头减排—过程控制—末端调蓄”的系统逻辑。北京集雨型绿地设计规范提出，绿地竖向应优先利用地形组织径流，坡度大于25°时需设置截水沟分流雨水，低洼处则布置调蓄空间。宿迁市要求道路绿化带采用下沉式绿地（低于路面50-250毫米），并搭配开口路缘石引导径流，确保安全性与渗透效率^[6]。

2. 技术组合与材料选择

核心设施包括生物滞留设施（如雨水花园）、透水铺装与植被缓冲带。李子园公园采用透水路青铺装减少径流，同时通过人工湖调蓄超标降雨，形成“滞蓄—净化—回用”闭环。土壤渗透系数需 $\geq 1.5 \times 10^{-5}$ m/s，填料层多采用砂砾与活性炭强化净化，植物优选耐旱耐涝品种（如鸢尾、菖蒲），根系可吸附重金属并提升生物多样性。

3. 协同市政系统与安全保障

雨水花园需与城市排水防涝系统衔接。北京要求外排水管渠满足重现期标准，调蓄设施溢流口需防倒灌；宿迁则强调初期雨水弃流设施的必要性，以削减径流污染。安全防护方面，渗透设施需距建筑物基础3米以上，地下水位季节性波动区应避免深层入渗。

4. 维护管理与智能化

长期效能依赖于科学维护。重庆中央公园通过水泵自动回用蓄水，减少人工干预；北京部分项目结合气象数据与土壤湿度传感器实现智慧灌溉，节水率达30%-50%。此外，宿迁市建议定期清理滤料层与监测水质，确保设施持续稳定运行^[7]。

综上，雨水花园的应用需结合地域特点选择技术路径，通过系统性设计实现生态、功能与景观的协同优化。未来，随着智能化技术与标准化导则的推广，其市政景观价值将进一步释放。

三、雨水花园的生态效益分析

（一）水文调节与水质净化

雨水花园对城市水循环的调控作用主要体现在径流削减、峰值延迟与地下水补给三个方面。监测数据表明，200平方米的典型雨水花园可截留85%的25毫米以下降雨事件产生的径流，使汇流时间延长15-30分钟，有效降低市政管网压力。这一效果源于其分层结构：植被层拦截部分雨水，填料层促进下渗，而底部砾石层则暂时储存过量雨水。在北京住宅区项目中，雨水花园系统使区域年径流系数从0.7降至0.3，同时通过土壤渗透每年补充地下水约800立方米^[8]。

水质净化是雨水花园的核心生态功能。径流中的污染物通过物理过滤、化学吸附和生物降解三重机制被去除。填料层中的沸石与活性炭可吸附70%-90%的重金属离子（如铅、锌），而植物根系分泌的有机酸能促进微生物对石油类污染物的分解。上海工业园区雨水花园的监测显示，出水的总悬浮物（TSS）浓度从进水时的120 mg/L降至8 mg/L，总磷（TP）去除率达到65%。值得注意的是，净化效果受运行年限影响——新建系统的氮去除率通常不足40%，但随着植物根系与微生物群落的成熟，三年后可达60%以上^[9]。

（二）微气候改善与生物多样性保护

1. 微气候调节机制

雨水花园通过蒸发蒸腾作用与遮荫效应缓解城市热岛效应。植被层吸收太阳辐射后，水分通过气孔蒸腾带走热量，使周边空气温度降低1-3℃。北京奥林匹克公园的实测数据显示，2000平

方米的雨水花园区域夏季午后气温比硬质铺装区低2.8℃，相对湿度提高15%。此外，透水铺装与植被的组合可减少地表热辐射，其热通量仅为沥青路面的30%，显著改善人体舒适度^[10]。

2. 生物多样性提升途径

雨水花园为城市野生动物提供了重要的栖息地与迁徙廊道。其植物配置遵循“乔木－灌木－地被”的垂直结构，形成多样化的生态位。调查表明，深圳大沙河生态长廊的雨水花园中，鸟类种类从建设前的12种增至21种，传粉昆虫数量提升40%。本土植物（如狼尾草、千屈菜）不仅适应性强，还能吸引特定昆虫，形成稳定的食物链基础。在德国汉诺威的实践中，雨水花园甚至成为濒危物种如欧洲树蛙的繁殖地。

3. 协同效益与长效性

这些生态功能具有显著的协同效应。例如，蒸腾作用增强时，植物对污染物的吸收效率同步提高；而昆虫种类的增加又会促进植物授粉，形成正向循环。但需注意，生态效益的持续发挥依赖于科学维护——北京部分项目因缺乏定期清理，五年后填料层板结导致渗透率下降50%。因此，建议建立动态监测体系，结合植物更替与基质更换，保障设施的长期效能^[11]。

四、存在问题与优化建议

（一）当前应用中的不足

尽管雨水花园在市政景观中的应用已取得显著成效，但其推广仍面临多重制约因素。设计标准化缺失导致实施效果参差不齐，部分项目因未考虑土壤渗透系数（K值）与降雨强度的匹配关系，建成后出现长期积水或渗透不足问题。例如，南京某社区雨水花园因填料层厚度不足，在梅雨季节持续积水达两周，最终引发蚊虫滋生投诉。

维护管理短板同样突出。多数城市的雨水花园缺乏专项维护资金与技术人员，北京2024年调查显示，23%的设施因滤料层堵塞丧失渗透功能，植物存活率不足60%。此外，公众认知度低加剧维护难度——成都某公园雨水花园被误认为普通花坛，游客频繁踩踏导致植被破坏。从技术层面看，高密度城区受限于空间约束，难以布置足够规模的雨水花园，上海内环某项目仅能实现15%的径流控制率，远低于设计要求。

更值得关注的是生态效益的量化困境。当前评估多依赖短期监测数据，缺乏全生命周期成本效益分析（LCCA）。广州部分项

目虽宣称具有水质净化功能，但未对重金属累积风险进行长期跟踪，可能引发土壤二次污染。

（二）未来发展方向

1. 技术创新与标准化

建立气候分区导向的设计标准是首要任务。建议参考美国《雨水花园设计手册》，按年降雨量划分三类技术模式：多雨地区（>1200mm/年）强化滞蓄能力，干旱地区（<400mm/年）侧重雨水回用，过渡带则采用混合系统。材料研发方面，可推广具有自清洁功能的纳米改性填料，其孔隙率是传统砂砾的2倍，且能通过光催化降解附着污染物。

2. 智慧化运维体系构建

物联网技术为长效管理提供新思路。深圳试点项目已在雨水花园中部署水位传感器与自动清洗装置，当积水深度超过警戒值时触发排水泵，同时通过APP推送维护提醒。这种智慧系统使维护成本降低40%，设施完好率保持在90%以上。对于高密度城区，可发展“垂直雨水花园”——将绿墙技术与蓄水模块结合，使单位面积径流控制能力提升3倍。

3. 制度保障与公众参与

政策层面需明确雨水花园的产权归属与维护责任。建议将设施维护纳入物业考核指标，并设立专项补贴激励社区自治。上海推行的“海绵社区认证制度”值得借鉴，其对达标项目授予节水标识并减免部分排污费。公众教育则应注重体验式传播，如在北京奥林匹克森林公园设置互动式解说牌，通过AR技术展示雨水渗透过程。

五、结束语

雨水花园作为海绵城市建设的关键技术，在市政景观中展现出多维度价值。其通过模拟自然水文循环，不仅有效缓解了城市内涝与径流污染问题，还显著改善了微气候并提升了生物多样性。实践表明，科学设计的雨水花园可实现70%以上的径流削减率与60%的污染物去除率，同时降低周边环境温度1-3℃。然而，当前推广仍受限于标准化不足、维护缺失及公众认知薄弱等挑战。未来需通过技术创新、智慧运维和制度协同，进一步释放其生态与社会效益。随着低影响开发（LID）理念的深化，雨水花园有望从单一设施升级为城市绿色基础设施网络的核心节点，为可持续城镇化提供重要支撑。

参考文献

- [1] 常文婷. 海绵城市雨水花园景观设计的思路及意义 [J]. 产业与科技论坛, 2018, 17(14): 241-242.
- [2] 范仲强. 浅析雨水花园在景观设计中的应用要点 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术, 2016(8): 00114-00114.
- [3] 刘菲, 龚航. 海绵城市背景下雨水花园景观营造探究 [J]. 现代园艺, 2017, 40(18): 66-67.
- [4] 徐鹤桐. 雨水花园在北方民居景观设计中的应用探析 [J]. 青年与社会, 2019, 0(21): 205-205211.
- [5] 王蕾. 雨水花园发展过程中雨水池景观设计探讨 [J]. 花卉, 2019, 0(18): 70-71.
- [6] 林云华, 严梓瑞. 雨水花园在庭院景观设计中的应用 [J]. 现代园艺, 2017, 40(22): 65-65.
- [7] 张婷焱. 雨水花园在庭院景观设计中的应用 [J]. 智库时代, 2020(28): 268-268.
- [8] 张辉. 基于海绵城市建设中的雨水花园景观设计研究 [J]. 城市周刊, 2019, 0(15): 1-1.
- [9] 杨石泉. 雨水花园在景观工程中的应用研究 [J]. 低碳世界, 2014(09X): 35-36.
- [10] 冉安彤. 浅析雨水花园在城市景观设计中的应用方法 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）社会科学, 2017(3): 00318-00318.